

CIÊNCIA NA SALA DE AULA: MENSURAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA PARA ENTENDIMENTO DE PROCESSOS AMBIENTAIS

Yuri Luis Sena de Amorim ¹
Leonardo dos Santos Pereira ²
Antônio José Teixeira Guerra ³

Resumo: Este trabalho propõe uma metodologia para o ensino de Geografia, focando na compreensão dos processos erosivos e do ciclo hidrológico. Através da construção de terrários e parcelas de erosão em sala de aula, os alunos são incentivados a investigar de forma prática e científica esses fenômenos. Os resultados obtidos demonstram a eficácia dessa abordagem, pois os estudantes conseguem associar os conceitos aprendidos com situações do cotidiano, desenvolvendo uma compreensão mais profunda das interações entre o ser humano e o meio ambiente. A pesquisa destaca a importância de integrar práticas pedagógicas investigativas ao ensino de Geografia, promovendo a autonomia, a capacidade crítica e a valorização do conhecimento científico nos alunos. Ao utilizar materiais de baixo custo e de fácil acesso, essa metodologia pode ser replicada em diferentes contextos educacionais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com as questões ambientais.

INTRODUÇÃO

Os temas e conceitos relacionados à Geografia Física nas escolas são abordados de forma conteudista. Contudo, a nova BNCC (Brasil, 2018), alavanca-se a necessidade do desenvolvimento de habilidades espaciais do aluno e a melhor compreensão da relação entre homem e natureza, valorizando o conhecimento científico.

Assim, o estudo da Geografia tem como ponto de partida o lugar e suas dinâmicas relações com os lugares de seu entorno, interligando os fenômenos de distintas escalas de leitura. Nessa perspectiva, a realidade do aluno ganha significado uma vez que o sujeito é formado para ler seu espaço vivido (Castellar, 2005).

Dessa forma, Bellucco e Carvalho (2014) salientam que o ensino investigativo representa um método que ajuda na elucidação dos problemas que abarcam a realidade do aluno, servindo como meio de motivação para a compreensão dos conteúdos e como estes se relacionam com a sociedade. Tal método representa uma inovação de ensino capaz de

¹ Graduando do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, yurilsena22@gmail.com;

² Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e Professor da Secretaria Municipal do Rio de Janeiro – SME/Rio, leosgeo@gmail.com;

³ Professor Titular do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, antoniotguerra@gmail.com.

sensibilizar e conscientizar os alunos por meio da aproximação da realidade científica. Essa abordagem metodológica converge com a concepção de Freire (2016), onde as propostas das práticas pedagógicas devem se pautar no desenvolvimento da autonomia, capacidade crítica e na valorização cultural do conhecimento empírico tanto dos discentes, quanto dos docentes.

Oliveira e Sampaio (2018) apontam a riqueza da aprendizagem significativa partindo da realidade espacial do estudante, uma vez que se constata um aprofundamento das habilidades cognitivas dos alunos através do ensino investigativo, sendo tal procedimento metodológico relevante para a observação e estudo da realidade espacial.

A presente pesquisa se justifica, uma vez que tem como proposta a mitigação do processo de ensino-aprendizagem de modo fragmentado e conteudista. Por meio de uma abordagem que valoriza o conhecimento científico, que nos últimos anos vem sendo desmerecida e menos valorizada pela sociedade, a pesquisa irá incentivar os alunos a aprofundar os conhecimentos acerca de diferentes temas e conteúdo das distintas disciplinas, de modo crítico.

Este trabalho tem como objetivo geral, mensurar o deslocamento espacial do solo e da água de forma quali-quantitativa na sala de aula, que são os principais elementos ambientais envolvidos nos processos hidro erosivos, principalmente por meio das atividades humanas (Pereira *et al.*, 2022). Portanto, especificamente, foi desenvolvido materiais didáticos para despertar a criatividade na investigação científica no ensino básico, visando à interdisciplinaridade e á aproximação da pesquisa aos alunos.

A presente pesquisa confeccionou dois materiais didáticos científicos para serem trabalhados de forma prática em sala de aula, utilizando recursos de baixo custo e de fácil acesso aos profissionais da educação e alunos. Os terrários são os **primeiros** materiais didáticos desenvolvidos para a discussão do ciclo hidrológico e seus desdobramentos tanto na superfície terrestre como na atmosfera. As parcelas de erosão sendo o **segundo** para a compreensão dos processos hidro erosivos em terrenos de distintas coberturas vegetais. De modo preliminar, os alunos aprenderam com o experimento que os filtros colocados nos terrários ficaram mais encharcados em períodos de maior exposição à radiação solar. Pelos dados hidro erosivos, a parcela com vegetação teve um escoamento superficial e subsuperficial mais equilibrada do que a parcela sem vegetação, que perdeu mais solo em seu escoamento superficial devido a menor drenagem subsuperficial. Por meio dos experimentos, os alunos associaram a influência dos fatores controladores da erosão de solo nos seus cotidianos e tiveram uma melhor compreensão entre a relação solo e o clima. Assim, por meio de relatos pessoais do entorno de onde moram, os alunos reconheceram áreas suscetíveis a alagamento.

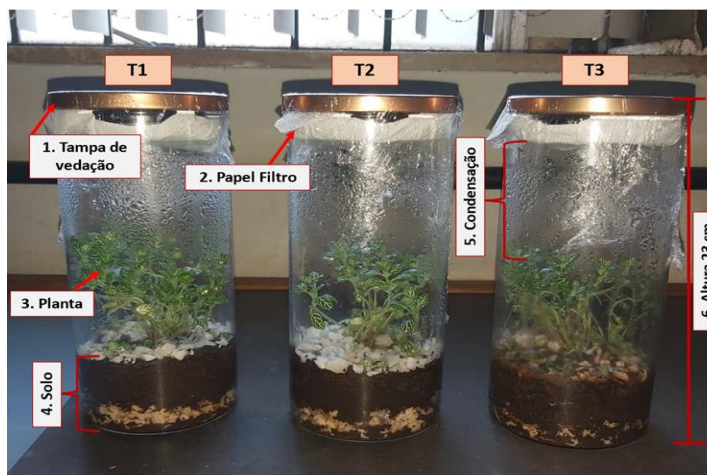
MATERIAIS E MÉTODOS

Mensuração da água

Foram confeccionados três terrários fechados (T1, T2 e T3) para investigar e quantificar, de modo científico, os processos do ciclo da água e a inter-relação com os vegetais, animais e as sociedades. Assim, os alunos podem entender a circulação e a dinâmica da água na Terra; compreender os diferentes estados físicos da água; analisar o processo de evaporação e evapotranspiração; bem como entender o processo de formação da chuva.

A construção dos terrários seguiu alguns parâmetros para se ter um monitoramento do índice de evaporação e crescimento da vegetação em ambientes de maior, ou menor, exposição da radiação solar. Deste modo, quantificou-se o quanto de água foi inserida no terrário e depois se aferiu os processos de evaporação e condensação por meio de papel filtro de café, este que foi anexado na tampa do terrário (Figura 1).

Figura 1 - Características do terrário: Diâmetro/ Larga 10,5 cm; Altura 23 cm. Volume: 1990,5 cm³.

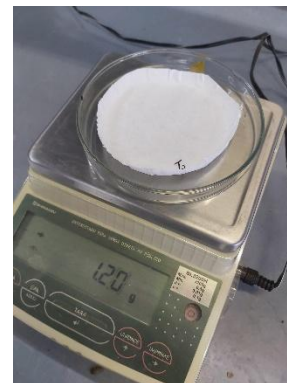


Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Os terrários foram monitorados diariamente e, em algumas semanas, foram deixados em ambientes com exposição solar de diferentes intensidades, para se analisar e relacionar o índice de evaporação e radiação. Após cada período de exposição solar, o papel filtro foi pesado em uma balança para se quantificar o total de água evaporada (figura 2).

Figura 2 - Anotações do monitoramento da evaporação do Terrário 1 (A); papel filtro pesado na balança após o experimento (B)

DIAS CORRIDOS	PERÍODO	T1		
		P. Filtro Seco (g)	P. Filtro Úmido (g)	Evaporação (ml)
2	08/03/23 - 10/03/23	0,91	1,21	0,30
9	10/03/23 - 19/03/23	1,12	1,55	0,43
3	19/03/23 - 22/03/23	1,05	1,45	0,40
7	22/03/23 - 29/03/23	1,26	1,68	0,42
1	29/03/23 - 30/03/23	1,36	1,51	0,15
4	30/03/23 - 04/04/23	1,46	1,68	0,22
1	04/04/23 - 05/04/23	1,53	1,74	0,21
12	05/04/23 - 17/04/23	1,50	1,75	0,25
7	17/04/23 - 24/04/23	1,51	1,65	0,14
1	24/04/23 - 25/04/23	1,22	1,41	0,19
1	25/04/23 - 26/04/23	1,16	1,35	0,19
1	26/04/23 - 27/04/23	1,20	1,37	0,17



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Essa atividade foi desenvolvida no Laboratório de Geomorfologia Ambiental e Erosão de Solos da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LAGESOLOS) em um período de 270 dias entre fevereiro e dezembro de 2023.

Mensuração dos processos hidro erosivos

Como atividade para estimular os alunos a compreender na prática o processo da erosão da água no seu cotidiano, aproximando-os de suas realidades socioambientais e para que analisem a importância das florestas e da conservação dos solos para a sustentabilidade socioambiental, foram construídas duas parcelas de erosão em garrafa PET: uma com vegetação (simulando ambiente florestado), e outra sem cobertura (simulando uma área de solo degradado) (figura 3).

Figura 3 - Experimento hidro erosivo comparativo entre solo sem cobertura vegetal e coberto por vegetação aplicado na escola.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Abaixo de cada garrafa foi feito um furo de, aproximadamente, 2 cm de diâmetro para coletar o material escoado em profundidade. Como cobertura foi escolhido o plantio do milho de pipoca, pois é de fácil acesso e tem tempo de crescimento rápido. A construção dessa

atividade tem um planejamento de, no mínimo, uma semana, tempo de germinação do milho e crescimento das raízes e das folhagens.

Portanto, foram quantificados os totais de escoamentos superficiais e subsuperficiais de cada parcela, bem como calculado as perdas de solo, após a inserção de 1 litro de água de forma controlada (simulando a chuva). Os dados foram anotados para a conversão das unidades de medidas e extrapolação dos mesmos, a fim de se compreender os processos na escala real. Os escoamentos foram pesados em uma balança e deixados secar em estufa (podendo ser deixados secar naturalmente expostos à radiação solar), para se calcular os sedimentos que se encontravam diluídos em água.

A atividade com material didático científico foi aplicada em uma turma de 6º ano do Ginásio Educacional Tecnológico Leonel Azevedo em 2023, na cidade do Rio de Janeiro, mas seu formato e conteúdo são perfeitamente adaptáveis para todos os anos do ensino básico. A proposta dessa atividade não foi apenas transmitir conhecimentos teóricos sobre a perda de solo e água, mas também observar o interesse dos alunos pelo tema e verificar se eles conseguiam fazer associações com situações do cotidiano. Ao invés de uma avaliação tradicional, o foco foi perceber como os alunos se engajaram na discussão e como conseguiram relacionar os conceitos apresentados com problemas ambientais que eles já observaram em suas comunidades.

Essa abordagem permitiu que os alunos explorassem o tema de maneira mais livre e criativa, sem a pressão de uma avaliação formal. Eles foram incentivados a expressar suas ideias e conexões, o que proporcionou uma visão mais ampla do impacto que o assunto tem em suas vidas. Além disso, essa metodologia pode ser utilizada em diferentes níveis de ensino, ajustando a complexidade dos exemplos e das discussões conforme a faixa etária, mas sempre mantendo o objetivo de estimular o interesse e a reflexão sobre questões ambientais relevantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As atividades desenvolvidas neste trabalho rompem com o cotidiano conteudista de sala de aula, aproximando as atividades científicas e a experimentação próximas das realidades vividas pelos alunos, dentro de seu contexto social. Os alunos, através das atividades, podem obter uma melhor compreensão da relação solo e clima. Na elaboração dos terrários T1, T2 e T3 os alunos foram estimulados a entender o ciclo da água em um ambiente fechado e controlado. Os discentes poderão compreender com o experimento que os filtros colocados nos terrários ficaram mais encharcados em períodos de maior exposição à radiação solar. As maiores taxas de evaporação ocorreram nos dias 10/03/2023 a 30/03/2023, 15/05/2023 a

22/05/2023 e 20/11/2023 a 24/11/2023, períodos que os terrários foram expostos de maneira mais contínua à luz solar.

Para além de se compreender os processos dos estados físicos da água e os visualizar empiricamente, a quantificação desses dados possibilitou trabalhar outras habilidades essenciais para a formação do aluno como a espacialização e extrapolação de dados ambientais (Pereira, 2022). A média de $19,1 \text{ g/cm}^2$ de água condensada (peso do filtro úmido) no experimento foi colocada em uma tabela de conversão de unidades de medidas para a extrapolação dos dados, para que os alunos associem o processo de alteração do estado físico da água que acontece dentro do terrário com os processos hídricos de uma escala maior. Os dados foram extrapolados em L/m^2 para os discentes terem noção do processo em sua realidade e, com isso, ter melhor compreensão da formação de massas de ar e da chuva (tabela 1).

Essa atividade se alinha aos parâmetros curriculares da Base Nacional Curricular Comum (BNCC), que visa a interdisciplinaridade e o aprofundamento do conhecimento científico. A atividade também valoriza o conhecimento matemático para a extrapolação dos dados adquiridos (tabela 1), auxiliando na explicação da conversão dos dados para se ajustar a escala real da superfície terrestre, além da possibilidade de se fazer probabilidades e simulações com outros parâmetros ao utilizar os dados da pesquisa em sala de aula.

Tabela 1 - Conversão e extrapolação dos dados.

Evaporação em 270 dias		Conversão dos dados
g/cm^2	19,1	Resultado do filtro
ml/cm^2	19,1	$1 \text{ g} = 1 \text{ ml}$ (água na temperatura de $27,5^\circ\text{C}$)
ml/m^2	191000	$1 \text{ m}^2 = 10000 \text{ cm}^2$
L/m^2	191	$1 \text{ L} = 1000 \text{ ml}$
1 dia (L/m^2)	0,707	Total de L/m^2 (191) dividido pelo número de dias (270)
1 ano (L/m^2)	258,204	Multiplicar o total de L/m^2 de um dia por 365 dias

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

O segundo experimento, as parcelas de erosão, é um material que visa à quantificação do total de solo perdido, do escoamento (tempo de drenagem) e da água infiltrada, em duas parcelas de erosão confeccionadas com garrafas *PET* e com solos reutilizados de análises, expondo a uma simulação controlada de chuva (intensidade/frequência). São temas que podem ser aprofundados em conteúdo da Geografia Física, para o entendimento do ciclo hidrológico, processos de formação e erosão de solo, intemperismo, mas também atrelados aos seus desdobramentos espaciais como: impactos humanos e riscos socioambientais.

Com esse experimento, os alunos podem se sensibilizar com a importância de se conservar as florestas e solos, pois podem entender a relação entre ambos os elementos, que são responsáveis nos processos de contenção da erosão e de infiltração de água no solo. Na

tabela 2 se observa como a vegetação demonstra influencia na melhor dinâmica entre os elementos ambientais, tanto em superfície, quando em subsuperfície.

A cobertura vegetal exerce um papel crucial na infiltração hídrica, atuando como uma barreira protetora contra o impacto das gotas de chuva, preservando a estrutura dos agregados do solo (Lal et al, 1980; Bortolozzo; Sans, 2001; Vezzani e Mielniczuc, 2011). A presença de raízes contribui significativamente para o aumento da macro porosidade, aliviando a compactação e o encrostamento, processos que dificultam a infiltração. A ação de animais e insetos, juntamente com a decomposição de matéria orgânica, como raízes, contribui para a formação de macro poros no solo. Esses poros aumentam a sua capacidade de infiltração, influenciando positivamente o ciclo hidrológico (Martins,1976; Santos, 2001; Pereira et al., 2016).

Os discentes observaram que a parcela com vegetação teve uma perda de solo superficial e subsuperficial mais equilibrada. Após a simulação de chuva, a água chegou mais transparente ao reservatório (figura 3). Em decorrência do impacto da simulação de chuva, a parcela sem vegetação teve um maior escoamento superficial e, conseqüentemente, maior remoção de sedimentos, indicando a ocorrência de processos erosivos. Além disso, houve um ligeiro escoamento subsuperficial, por conta da baixa porosidade resultante da compactação do solo.

Tabela 2 – Comparação entre a perda de solo e o escoamento

Perda de Solo (g/cm³)		
Profundidade	Parcela com Vegetação	Parcela sem vegetação
Superficial	0,4	34,3
Subsuperficial	0,2	0,4
TOTAL	0,6	34,8

Escoamento (ml)		
Profundidade	Parcela com Vegetação	Parcela sem vegetação
Superficial	340,0	400,0
Subsuperficial	275,0	50,0
TOTAL	615,0	450,0

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023

Já nos dados de escoamento, a parcela com vegetação teve um escoamento superficial próximo a parcela sem vegetação e o escoamento subsuperficial foi maior na parcela com vegetação, isso está relacionado às raízes que penetram no solo e ajudam no escoamento da água. A cobertura vegetal influencia significativamente no processo erosivo, ao interceptar parte da precipitação e retardar o escoamento superficial. Embora a água que não é interceptada pela vegetação seja a principal responsável pela erosão, a cobertura vegetal exerce um papel fundamental na regulação do ciclo hidrológico e na proteção do solo contra o processo erosivo (Guerra, 1999; Pereira e Rodrigues, 2020).

Realizar uma atividade prática com material didático científico sobre a perda de solo e água foi fundamental para que os alunos pudessem compreender de maneira concreta esses processos e suas consequências. Através da experimentação (figura 4B), os estudantes observaram como a erosão afeta diretamente a qualidade do solo e a disponibilidade de água, conceitos que muitas vezes parecem abstratos quando abordados apenas teoricamente. A utilização de materiais científicos proporcionou um aprendizado mais interativo e visual, permitindo que os alunos visualizassem a dinâmica do solo e da água em diferentes condições. Essa abordagem facilitou a conexão dos conceitos com situações do cotidiano, como a agricultura, as enchentes urbanas e a preservação ambiental, reforçando a importância de práticas sustentáveis.

Os comentários dos alunos durante a atividade evidenciaram a relevância do tema para a vida diária. Eles conseguiram associar a perda de solo e água com problemas que observam em suas comunidades, como o aumento de áreas desmatadas, a degradação das margens de rios e as consequências das chuvas fortes em áreas mal urbanizadas. Essas reflexões mostram que o uso de materiais didáticos científicos não só enriquece o aprendizado teórico, mas também torna os alunos mais conscientes dos impactos ambientais ao seu redor, motivando-os a pensar em soluções práticas e em ações que podem adotar em suas próprias vidas para mitigar esses problemas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidencia a relevância de integrar práticas pedagógicas investigativas no ensino de Geografia, especialmente no que tange à compreensão dos processos erosivos e do ciclo da água. Através da construção e análise de terrários, os alunos não apenas se familiarizam com conceitos científicos, mas também desenvolvem uma consciência crítica sobre as interações entre o ser humano e o meio ambiente. A metodologia proposta, que utiliza materiais de baixo custo e acessíveis, demonstra que é possível promover uma educação significativa e contextualizada, alinhada às diretrizes da nova BNCC.

Além disso, ao estimular a curiosidade e a criatividade dos alunos, o ensino investigativo se torna um poderoso aliado na formação de cidadãos conscientes e engajados com as questões ambientais. A pesquisa reafirma a importância de um ensino que valorize a realidade vivida pelos estudantes, permitindo que eles reconheçam e analisem os desafios ambientais em seus próprios contextos. Assim, a proposta de mensuração e análise dos elementos naturais não apenas enriquece o aprendizado, mas também contribui para a formação de uma sociedade mais informada e responsável em relação ao seu entorno.

Palavras-chave: Parcelas de Erosão; Ciclo Hidrológico; Popularização Científica, Materiais Didáticos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela concessão das bolsas de Treinamento e Capacitação Técnica (TCT) e de Iniciação Científica (IC), processo 201.916/2022.

REFERÊNCIAS

- BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. *Cad. Bras. En22s. Fís.*, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.
- BORTOLOZZO, R. A.; SANS, L. M. A. Selamento superficial e seus efeitos na taxa de infiltração: uma revisão. *Revista FactuCiência*, v. 1, p. 37-45, 2001.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): educação é a base. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018.
- CASTELLAR, S. M. V. EDUCAÇÃO GEOGRÁFICA: A PSICOGENÉTICA E O CONHECIMENTO ESCOLAR. *Cad. Cedes, Campinas*, vol. 25, n. 66, p. 209-225, maio/ago. 2005.
- e Terra, 57ªED 2016. – (Coleção Leitura).
- Freire, Paulo *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa / Paulo Freire.* – São Paulo: Paz
- GUERRA, A. J. T. O início do processo erosivo. In: Guerra, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. *Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações.* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999, p. 17-34.
- GUERRA, A.J.T., FULLEN, M.A., JORGE, M.D.C.O., BEZERRA, J.F.R., SHOKR, M.S. Slope processes, mass movement and soil erosion: A review. *Pedosphere* 27 (1), 27–41. Guerra, A.J.T., Jorge, M., 2009. Mapping hazard risk. *Geography Review* 22 (3), 11–13. 2017.
- LAL, R.; VLEESCHAUWER, D.; NGANJE, R. M. Changes in properties of a newly cleared tropical alfisol as affected by mulching. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 44, p. 827-833, 1980.
- MARTINS, J. A. Escoamento Superficial. In: *Hidrologia Básica.* PINTO, N. S.; HOLTZ, A. C. T.; MARTINS, J. A.; GOMIDE, F. L. S. (Orgs.). Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1976, p. 36-43.
- OLIVEIRA, C. S.; SAMPAIO, A. V. O. The Geography Teaching and the Significant Learning at Early Years. *Geopauta*. V. 2, nº 1. 2018. <https://doi.org/10.22481/rg.v2i1.3858>
- Becker, F. PAULO FREIRE E JEAN PIAGET: TEORIA E PRÁTICA. *Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas*. Volume 9, Número Especial/2017.
- PEREIRA, L. S. A importância da aprendizagem dos recursos técnico-metodológicos da Climatologia no ensino básico. In: Edileuza Dias de Queiroz; Clézio dos Santos; Cristiane Cardoso. (Org.). *Diferentes olhares em Geografia: O Ensino de Geografia Física*. 1ed, v. 1, p. 11-26. 2022.
- Pereira, L.S., Rodrigues, A.M., Jorge, M.C.O., Guerra, A.J.T., Fullen, M. Hydro-erosive processes in degraded soils on gentle slope. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 17 (2). 2016.
- PEREIRA, LEONARDO DOS SANTOS; RODRIGUES, A. M. . A importância de serem compreendidos os solos, seus usos e sua conservação na prevenção dos riscos socioambientais. In: Cristiane Cardoso; Michele Souza da Silva; Antônio José Teixeira Guerra. (Org.). *GEOGRAFIA E OS RISCOS SOCIOAMBIENTAIS*. 1ed. Rio de Janeiro: BERTRAND BRASIL, 2020, v. 1, p. 117-132.
- SANTOS, C. A. Comportamento Hidrológico Superficial, Subsuperficial e a Erodibilidade dos solos da região de Santo Antônio do Leite, distrito de Ouro Preto – MG. 2001. 108 p. (Dissertação de Mestrado), UFOP/EM/DEGEO, Ouro Preto, 2001.
- Vezzani, F.M., Mielniczuk, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 35 (1), 213–223. 2011.